

Cas concret no. 1 : les laves torrentielles de Villeneuve du 13/14 août 1995

Autor(en): **Français, Olivier / Lateltin, Olivier**

Objekttyp: **Chapter**

Zeitschrift: **Bulletin für angewandte Geologie**

Band (Jahr): **3 (1998)**

Heft 1

PDF erstellt am: **26.09.2024**

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Cas concret no. 1:

Les laves torrentielles de Villeneuve du 13/14 août 1995

OLIVIER FRANÇAIS¹⁾ et OLIVIER LATELTIN²⁾

Résumé

A la suite d'un orage dans la région de Villeneuve, le Nant du Pissot sort de son lit le 13 août 1995 à mi-nuit en propageant des laves torrentielles sur l'autoroute A9, dans les vignes et la zone industrielle. Plus de 50'000 m³ de gravats et de dépôts solides s'étendent sur une superficie de 5 hectares et dix voitures sont ensevelies. Parallèlement aux mesures d'urgence pour rétablir le trafic sur l'autoroute, une documentation détaillée des traces de l'événement et l'analyse des risques ont été entreprises. Ces études ont permis de proposer des travaux de correction du lit du Pissot et des ouvrages de protection pour assainir la situation dans le secteur. Ces travaux ont été réalisés durant les années 1995, 1996 et 1997 pour un coût supérieur à 20 millions de francs.

1. Description de l'événement

Suite à une période de fortes précipitations (8 et 11 août), un gros orage éclate dans la région de Villeneuve le dimanche soir 13 août 1995. Les eaux superficielles se concentrent dans les ravines et provoquent rapidement une saturation des sols et des terrains meubles dans le lit des torrents. Les alluvions et les éboulis sont mobilisés sous la forme de laves torrentielles par les eaux de surface dans ces terrains saturés. Entre 23h20 et 23h30, le Nant du Pissot sort de son lit et des laves torrentielles se propagent dans le cône de déjection (volume 50'000 m³) en recouvrant les deux chaussées de l'autoroute A9, la région des vignes et une partie de la zone industrielle. L'autoroute est recouverte de plusieurs mètres de gravats et les dépôts solides s'étendent sur une superficie de 5 hectares. Un bloc de 60 m³, retrouvé en aval de l'autoroute, témoigne de la capacité de transport des laves torrentielles lors de l'événement. Une dizaine de voitures sont ensevelies sous les gravats et leurs occupants sont légèrement blessés.

1) Bureau Karakas & Français SA, 1006 Lausanne

2) Service hydrologique et géologique national, 3003 Berne



Fig. 1:
Vue aérienne de la zone sinistrée

2. Situation géologique

Le Nant du Pissot a un bassin-versant d'une superficie d'environ 1 km², avec son point culminant à Malatraix (altitude 1768m) et son point le plus bas à l'altitude 370m (coordonnées: 559'000/138'000). De nombreux petits affluents se déversent dans le lit principal, qui franchit une barre rocheuse et s'écoule vers l'Ouest en direction de Villeneuve. Le bassin-versant (Fig. 1) est recouvert par des forêts (couverture: environ 80 %), jusqu'au cône de déjection. Des vignes, quelques habitations et la zone industrielle de la ville de Villeneuve se sont implantées sur le cône de déjection du Nant du Pissot. L'autoroute A9 traverse cette région avec un trafic journalier important (35'000 véhicules). Le Nant du Pissot est sec durant la majeure partie de l'année. A la suite de longues périodes à fortes précipitations ou en cas d'orages très violent, le débit du torrent peut grandir très rapidement et atteindre 4 à 6 m³/s.

La géologie de ce bassin-versant montre des couches à pendage contraire (40 à 50 degrés, plongement vers le Sud-Est), qui constituent le flanc Nord-Ouest de l'anti-

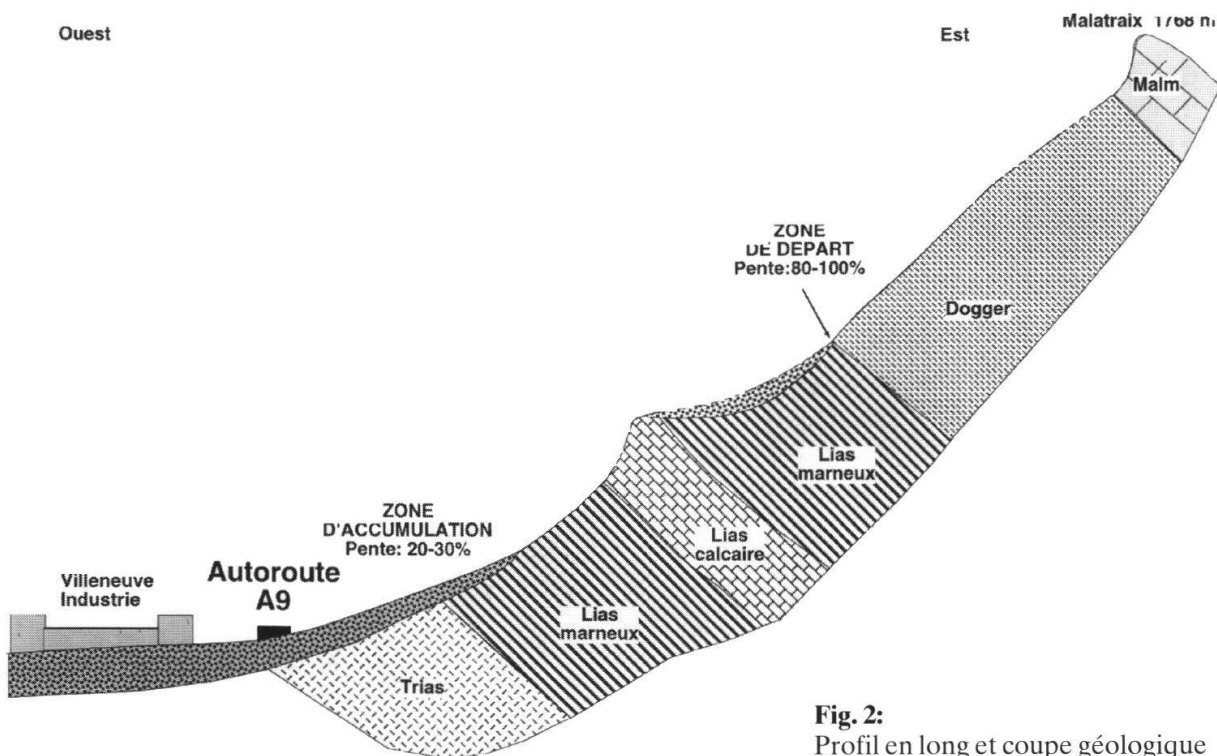


Fig. 2:
Profil en long et coupe géologique

clinal déversé de Malatraix (Préalpes Médiannes). Des éboulis et des alluvions recouvrent localement ces roches calcaires du Malm, du Dogger et du Lias (Fig. 2).

L'hydrogéologie de ce massif comprend d'importantes circulations karstiques qui se déversent à l'extérieur du bassin-versant (p.ex. source de La Lisette à Roche) et des résurgences diffuses apparaissent lors de fortes précipitations dans le Nant du Pissot dans les zones failles.

Le Nant du Pissot a connu de nombreux débordements historiques, plus particulièrement le 10 avril 1745 et le 26 juillet 1869. Les premiers travaux de protection contre les crues datent de la fin du 18ème et du début du 19ème siècle et ces ouvrages ont été reconstruits et complétés entre 1890 et 1926. L'agglomération de Villeneuve s'est étendue dans cette région depuis 1930 et l'autoroute A9 a été construite sur le cône de déjection à la fin des années 60. Tous les 10 à 15 ans environ, des laves torrentielles d'un volume de 2000 à 5000 m³ atteignent le cône de déjection. En 1964, la zone industrielle de Villeneuve avait été touchée localement et recouverte par 30 centimètres de boue. Le 21 août 1974, 6000 à 8000 m³ de matériaux (20% de bois) se sont accumulés en amont et sur l'autoroute A9.

En août 1989, une accumulation de 6000 m³ de gravats a également causé des dégâts dans le secteur, sans toutefois perturber la circulation sur l'autoroute.

3. Méthodes d'investigations et travaux réalisés

Suite à cet événement, des bureaux techniques ont été chargés de faire une évaluation de la situation pour proposer des mesures immédiates afin de rétablir le trafic sur l'autoroute en garantissant la sécurité des usagers. Une reconnaissance du Nant du Pissot par des géologues et des géotechniciens a permis d'identifier rapidement

certains secteurs critiques: de très gros blocs de Malm (jusqu'à 800 m³) obstruaient encore le lit du ruisseau et menaçaient de s'effondrer à tout instant. Des spécialistes se sont chargés de dynamiter ces blocs et un système d'alerte a été établi à l'amont de la barre rocheuse pour permettre le déroulement des travaux de déblaiement du secteur dans des conditions de sécurité acceptables.

Parallèlement à cette première intervention, une documentation des traces laissées par ces laves torrentielles a été réalisée quelques heures après l'événement pour comprendre le phénomène et reconstruire les conditions hydrologiques (vitesse, débit et volume des laves torrentielles) de la catastrophe. Durant les semaines suivantes et sur mandat du canton de Vaud, une analyse détaillée des risques a été élaborée dans le bassin versant pour proposer des mesures passives et actives afin de minimiser les conséquences de laves torrentielles équivalentes au sinistre d'août 1995. Des ouvrages de protection (digue, dépotoir, système d'alerte), la correction du lit (redimensionnement de la cunette) et le réaménagement du secteur des vignes furent réalisés durant les mois d'octobre 1995 à août 1996.

4. Résultats de ces investigations

Suite à l'événement, il est apparu que de nombreux blocs constituaient une menace importante, non seulement parce qu'ils étaient mobilisables par une nouvelle crue, mais également par l'éventualité d'engendrer des phénomènes de barrage et de stockage le long du Pissot. Des mesures immédiates ont été prises et le minage d'une cinquantaine de blocs a été effectué durant les premières semaines ayant suivi la catastrophe. De plus, un important volume de blocs (env. 2'000 m³) situés dans l'axe du lit et reposant sur des blocs de faible volume (équilibre précaire → «roulement à bille») a été miné le lundi 28 août 1995.

La documentation des traces laissées par les laves torrentielles a permis d'établir, d'une façon grossière le déroulement de l'événement et d'apporter une estimation de quelques paramètres hydrologiques. La mesure de différents profils (section transversale) a permis de quantifier les processus d'érosion et de transport dans le lit du torrent. Le matériel érodé représente un volume de 35'000 m³ à 40'000 m³. Cette estimation présente une légère différence par rapport au volume accumulé dans le cône de déjection par l'effet du foisonnement. Une évaluation de la vitesse d'écoulement des laves torrentielles a été effectuée par l'application de formules empiriques et de paramètres relevés sur le terrain. Sur la base de la méthode du rehaussement de la section une vitesse comprise entre 6 et 15 m/s a été calculée pour l'événement du 13 août, en gardant à l'esprit qu'il ne s'agit pas d'une seule lave torrentielle mais plutôt d'une succession d'au moins cinq coulées de débris dans un intervalle de temps restreint. Le débit maximal pendant l'événement est également difficile à reconstituer, parce que les traces dans les rives du torrent ne sont pas toujours corrélables dans le temps avec les traces d'érosion du lit. Les sections transversales le long du torrent oscillent entre 20 et 80 m². Sur la base de ces sections transversales et des vitesses d'écoulement calculées, on peut estimer que le débit de pointe maximal doit être compris entre 150 et 200 m³/s.

5. Interprétation et modèle géologique de l'événement

Dans le domaine supérieur du bassin-versant, chaque ravine a montré des débits importants avec des traces d'érosion. Dans plusieurs secteurs, le lit du torrent a été surcreusé jusqu'à la roche et ce niveau d'érosion avait rarement été atteint précédemment. Le matériel mobilisé provient directement du lit et des berges du torrent. Suite aux passages des laves torrentielles, les berges ont montré quelques phénomènes d'instabilités. Les gros blocs de Malm, qui ont un diamètre contrastant avec la granulométrie des autres alluvions du lit, proviennent de la falaise de Malatraix. Ils se sont accumulés dans le lit du torrent à la suite d'éboulements préhistoriques ou historiques et ont été transportés localement par d'anciennes laves torrentielles. Ils ne sont pas d'origine glaciaire (pas de moraine préservée sur ces pentes raides) et certains ont été légèrement déplacés lors de l'événement d'août 1995. Quelques uns de ces blocs instables qui ne retenaient plus latéralement les éboulis de pente ont été éliminés lors du dynamitage des secteurs sensibles.

Dans le secteur aval du torrent principal, les 15 ouvrages de protection contre les crues ont été totalement détruits. Une quinzaine de gros blocs (volume de 5 à 50m³) se sont arrêtés à environ 200 mètres en amont du cône de déjection, en créant un important effet de barrage à l'écoulement. Des levées et des traces d'impact de pierres sur les arbres sont visibles sur les berges du torrent, jusqu'à une hauteur de 5 mètres. Dans le cône de déjection, le torrent est sorti de son lit en créant différentes levées. Des surcreusements («gullies», Fig. 3) dans le matériel accumulé témoignent d'événements multiples qui se sont succédés rapidement durant la nuit du 13 au 14 août 1995.



Fig. 3: Surcreusement provoqué par les laves torrentielles dans le cône de déjection

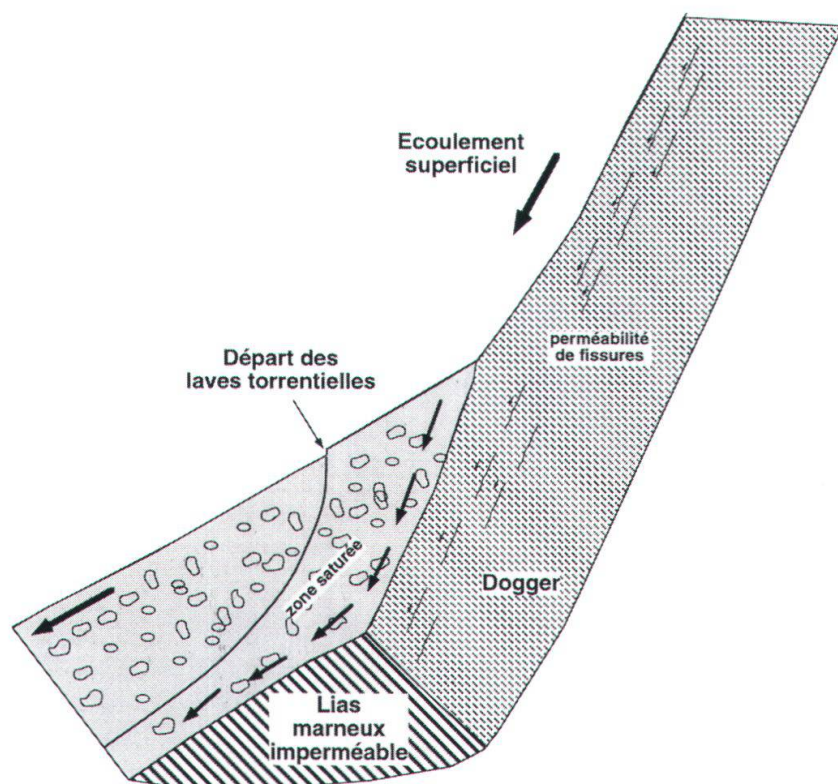


Fig. 4: Déclenchement des laves torrentielles au contact Lias/Dogger

bâcles-débâcles qui se sont succédés dans un laps de temps très court, suite à un violent orage, sur des sols saturés et en forte pente. Le déclenchement de nombreuses laves torrentielles (zone de départ) dans le versant correspond lithologiquement au passage entre les alternances marno-calcaires du Dogger (pente supérieure à 80 %) et les marnes très imperméables du Lias sommital (pente entre 60 et 80 %), entre les cotes 1250 et 1000 m. Ce contraste lithologique (Fig. 4) a une influence sur la ligne de pente (changement abrupt et dépôt des alluvions et des éboulis) ainsi que sur les propriétés hydrogéologiques du versant. Plus en aval, les faciès plus calcaires du Lias sont également responsables d'une rupture de pente importante avec la formation de gorges et stockage de gros blocs de Malm, à l'altitude 800 mètres. La géologie conditionne les différentes propriétés des roches et des terrains meubles dans ces pentes et détermine la localisation du déclenchement de phénomènes de laves torrentielles, lors de fortes précipitations.

6. Analyse préliminaire des risques

Une liste aussi exhaustive que possible des risques probables et des biens à protéger a été établie dans le but de cartographier les dangers et risques engendrés par une crue du Pissot.

Il a été fait une distinction entre la notion du danger et du risque en adoptant les définitions suivantes :

- **Danger = phénomène x intensité x probabilité**
- **Risque = danger x vulnérabilité x coût**

A l'aval du canal qui enjambe l'autoroute, un dépotoir d'une capacité de 4000 m³ a été complètement recouvert par les gravats. Le canal lui-même a été endommagé dans la partie supérieure du cône et des traces indiquent clairement que ce canal n'était pas dimensionné pour contenir les débits solides et liquides lors de l'événement.

Le déroulement des laves torrentielles du Nant du Pissot est expliqué par une série d'événements d'em-

Le recensement des biens à protéger est quantifiable en soit, par contre, l'intensité d'un événement et sa fréquence sont souvent difficiles à apprécier par le fait qu'il manque des données historiques. Dans notre cas, suite à l'étude historique, nous avons admis que la crue du 13 au 14 août 1995 avait un caractère exceptionnel du type centenaire.

La notion du risque a été prise en compte en évaluant de façon subjective la vulnérabilité d'un bien (personnes - ouvrages) et ses conséquences. Le facteur coût est parfois délicat à préciser car il est difficile de quantifier tant le coût humain (au singulier comme au pluriel) que le coût matériel.

Le tableau ci-dessous donne les résultats de l'analyse préliminaire du risque en fonction des zones spécifiques.

Situation géographique	Biens concernés	Risque en %
Combe	Chables Route forestière et sentiers Forêts	3%
Cône de déjection du 13 au 14 août 1995	Habitations Autoroute A9	60%
Ancien cône de déjection	Vignes Réservoirs hydrocarbures Lignes EOS Chemins AF routes communales	20%
Zone inondable	Ligne CFF Nappe phréatique Routes, Zone industrielle Canalisations eaux usées	15%
Hors zone	Route cantonale STEP	2%

Ainsi, on constate que d'après cette estimation l'autoroute et les habitations accumulent près de 60 % du risque total. Celui-ci est encore de 20 % sur l'ancien cône de déjection et concerne les vignes, les réservoirs d'hydrocarbures, les lignes EOS et les chemins communaux. Dans la zone inondable, le risque est encore de 15 % et tombe à 3 % pour la combe et à 2 % pour la STEP et la route cantonale.

7. Gestion des dangers

Les mesures préventives visaient à diminuer les dangers et les risques liés à la combe du Pissot, compte tenu des dégâts provoqués lors de l'événement du 13 août 1995. Celles-ci ont été réalisées par des interventions directes et indirectes de protection ainsi que par l'amélioration de l'écoulement du Pissot.

A l'amont de la chute du Pissot à 800 m environ, le minage des blocs les plus menaçants, le curage des ravines et la protection des berges constituaient les mesures directes. La surveillance à moyen et long terme de l'évolution des dépôts meubles dans les ravines fait partie des mesures indirectes.

Entre la chute du Pissot et l'autoroute A9, l'objectif était de protéger cette dernière contre les événements exceptionnels par l'amélioration de l'écoulement naturel, par la construction de deux ouvrages pour les laves torrentielles à savoir un dépotoir naturel à la cote 700 m et un dépotoir de grande capacité (Volume 20'000 m³) à la cote 500 m. La cunette qui assure la canalisation des écoulements entre la cote 500 et l'aqueduc sur l'autoroute A9 a été rehaussée et équipée d'un écrêteur de crue à la cote 456, avec réaménagement du terrain permettant un écoulement des laves sous les voies de l'autoroute (avec un mur de protection le long de l'autoroute).

Sous l'autoroute, les mesures envisagées visent à retenir les crues et les matériaux fins, avec la remise en état du dépotoir à la cote 380 m et la construction d'un décanneur.

L'ensemble de ces travaux atteint un coût approximatif de 22 millions de francs, sans prendre en compte les charges indirectes dues à l'événement.

8. Conclusions

Suite au déclenchement de laves torrentielles, la documentation rapide et la conservation des traces d'un événement est de première importance. Les traces importantes du phénomène avaient déjà disparu deux jours plus tard, lors du déblayement de l'autoroute A9. Un géologue doit pouvoir intervenir dans l'équipe qui effectue la première vision locale et les travaux de documentation car il est le seul à pouvoir identifier le rôle de la lithologie et de la couverture quaternaire dans le déroulement des événements et la provenance du matériel accumulé en aval. Son avis est également prépondérant pour le comité de crise dans le choix des moyens à mettre en oeuvre, juste après l'événement, notamment par l'évaluation des nouvelles conditions de stabilité dans le versant (phénomènes d'érosion et d'accumulation) liées au passage des laves torrentielles. La recherche sur le terrain d'événements passés permet de se faire un modèle géologique du déroulement des phénomènes et d'estimer la période de retour de tels événements.

Lors des travaux de remise en état, le géologue et le géotechnicien peuvent apporter leurs connaissances de la géologie du sous-sol de la région et du comportement géotechnique de ces matériaux pour proposer des mesures d'assainissement.